

LOS RECORRIDOS DE ESTUDIO E INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA SECUNDARIA: LUCES Y SOMBRAS

Verónica Parra, María Rita Otero, María de los Ángeles Fanaro

Núcleo de Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología (NIECyT)
Departamento de Formación Docente. Facultad de Ciencias Exactas. UNCPBA
CONICET

vparra@exa.unicen.edu.ar; rotero@exa.unicen.edu.ar; mfanaro@exa.unicen.edu.ar

Resumen

Este trabajo tiene por objetivo presentar algunas de las “luces” y “sombras” de la implementación de una enseñanza por REI en el último año de la escuela secundaria, bajo los dispositivos usuales, es decir, sin crear clases especiales, tales como los denominados “Talleres de Modelización”. El REI parte de una cuestión del área de la economía relativa al punto de equilibrio de un modelo simple de mercado. Se utiliza como referente teórico la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) de Yves Chevallard (1999) más precisamente las nociones de Recorridos de Estudio de Investigación (REI) y de dialécticas introducidas por Chevallard (2004, 2005, 2006, 2007, 2009).

Palabras clave: Teoría Antropológica de lo Didáctico, Recorridos de Estudio e Investigación, Escuela Secundaria.

1. Introducción

Actualmente, existe consenso acerca de que la enseñanza de la matemática en la escuela secundaria ha quedado reducida al “estudio” de un conjunto de “obras muertas”, carentes de sentido y sin razón de ser. Estas obras son estudiadas en el sistema de enseñanza como si fueran transparentes e incuestionables, dotadas de sentido por sí y para sí mismas. Esta “manera” de considerar la enseñanza de la Matemática conforma lo que Chevallard (2004) ha dado en llamar *monumentalización de saberes*. Los estudiantes son invitados a “visitar”, admirar y venerar estos cuerpos de saberes como se visita un monumento que no les es propio. Pero la Matemática no es un monumento. La modificación de esta realidad exige un cambio radical en el modelo escolar actual. Este cambio se concreta en lo que Chevallard (2009) denomina la “pedagogía de la investigación” o “del cuestionamiento del mundo” y para ello propone dos dispositivos didácticos denominados Actividades de Estudio e Investigación (AEI) y Recorridos de Estudio e Investigación (REI) (Chevallard, 2004, 2005, 2006), los cuáles retoman la preocupación de la reconstrucción funcional de la matemática como respuesta a ciertos tipos de situaciones problemáticas y sitúan las cuestiones Q en primera línea, como punto de partida del saber matemático.

La investigación que se está realizando pretende abordar el problema de la enseñanza de la Matemática en la Educación Secundaria a partir de la introducción de un posible Recorrido de Estudio e Investigación. Se presentan aquí algunos resultados parciales luego de la primera implementación de una enseñanza por REI.

2. Marco Teórico

Este trabajo adopta como referencial la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) de Yves Chevallard (1999) más precisamente las nociones de Recorridos de Estudio de

Investigación (REI) y de dialécticas introducidas por Chevallard (2004, 2005, 2006, 2007, 2009) en el marco de TAD. Con la definición de los REI se plantea la posibilidad de redefinir los programas de estudio en términos de un conjunto de cuestiones “cruciales” o “generatrices”. Una de las características fundamentales de los REI es que se generan por una cuestión Q viva y rica con un fuerte poder generador, denominada cuestión generatriz, es decir, una cuestión capaz de imponer numerosas cuestiones derivadas. La búsqueda de respuestas a las cuestiones conduce a la construcción de un gran número de praxeologías. Esta idea de los REI proviene de pensar los programas de estudio como pares de cuestiones y respuestas (Q ; R). Chevallard (2004) asegura que los programas actuales han suplantado es “estudio de cuestiones” por el “aprendizaje de respuestas”. Se estudian las respuestas (las praxeologías matemáticas) sin saber qué cuestiones responden. Incluso, la mayoría de las veces, este “aprendizaje de respuestas” se reduce a un aprendizaje ficticio, a una memorización momentánea de los saberes. Una cuestión generatriz y las cuestiones derivadas han de permitir “recorrer” el programa de estudios propuesto en un curso o al menos, una buena parte de él.

Referirse a enseñanza por REI implica hacer referencia directa a las dialécticas. Chevallard (2007, 2009) propone una serie de dialécticas, o saberes-hacer, que podrían estar presentes en una enseñanza por REI. En principio presenta seis dialécticas: la dialéctica del *paracaidista y de las trufas*; del *tema y fuera-de tema*; de las *cajas negras y cajas claras*; de la *excripción textual y de la inscripción textual*; de la conjetura y de la prueba – que posteriormente denomina la dialéctica de los *media y medio* – y la dialéctica de la *producción y recepción*. Luego, Chevallard (2009) introduce una séptima dialéctica denominada *del individuo y del conjunto* o de la *autonomía y de la sinonimia*.

3. Metodología de la investigación

Esta investigación es cualitativa y de corte etnográfico, con observación participante. Su objetivo es describir y comprender el desarrollo del proceso de estudio a partir de la implementación de una enseñanza por REI. Se realizó en un curso del último año del nivel secundario de un colegio de la ciudad de Tandil. Se trata de un curso de aproximadamente 30 alumnos, los cuáles se distribuyen en 6 grupos de 4 o 5 alumnos cada uno. La implementación del REI fue realizada por el investigador desde el comienzo del ciclo lectivo en dos clases semanales de 2 horas reloj cada una. Las cuestiones generatrices del REI se refieren a la Economía y más específicamente al comportamiento de las leyes de oferta y demanda de mercado, lo cual incluye el equilibrio de mercado. El REI se implementó en los dispositivos usuales de la Institución. No se crearon dispositivos especiales como por ejemplo, un Taller de Matemática. El programa de estudios correspondiente al último año del nivel secundario de esta Institución está formado por 7 unidades: “Rectas en el plano”, “Matrices”, “Cónicas”, “Límite”, “Derivada”, “Series y Sucesiones” y “Números Complejos”.

El análisis se realizó en base a los siguientes registros:

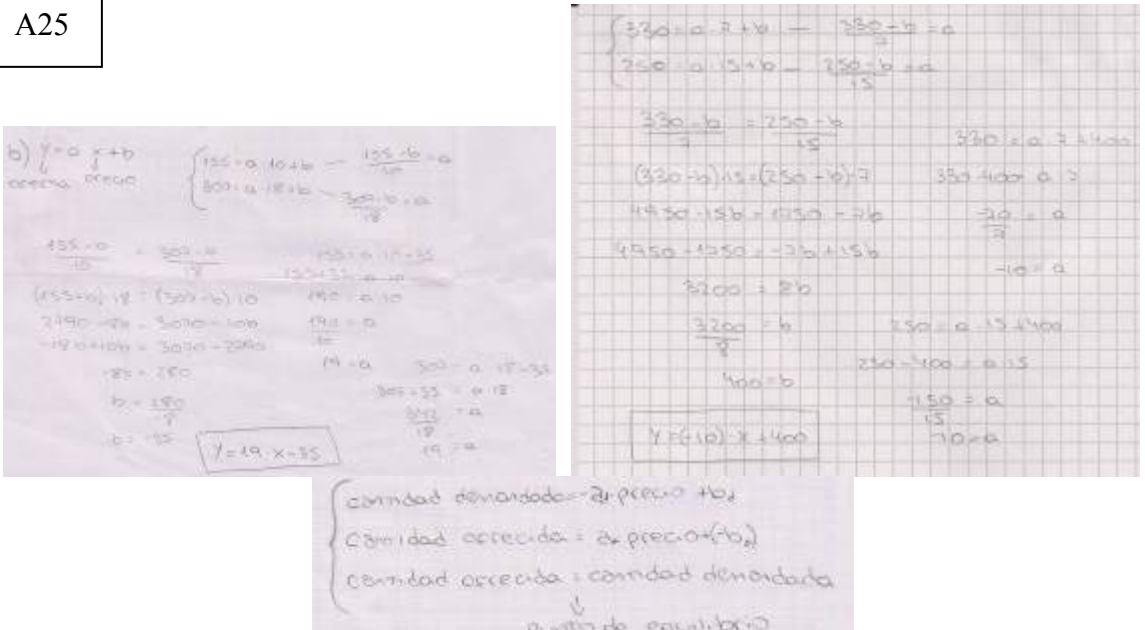
- Clase a clase se recogieron las producciones de los alumnos, fueron escaneadas y devueltas a la clase siguiente.
- A intervalos regulares, aproximadamente cada 4 o 5 clases, los estudiantes anotaban en una hoja en blanco cómo se sentían trabajando en esta propuesta, y la entregaban al profesor, quien a la clase siguiente las devolvía.
- Clase a clase se realizaron grabaciones en audio, destinadas a registrar las puestas en común y se tomaban notas de campo.

4. Algunos resultados parciales

EL REI parte de la cuestión *cómo obtener el punto de equilibrio en un modelo de mercado de oferta y demanda de sorrentinos*. El estudio de esta cuestión conduce al estudio de la praxeología relativa a las “Rectas en el plano”, uno de los bloques de estudio de programa de Matemática del último año del nivel secundario de esta Institución. Específicamente permite estudiar cómo hallar la ecuación de la recta que pasa por dos puntos en su forma explícita (cómo hallar la ecuación de la función de oferta y de demanda en función del precio), cómo hallar la intersección de dos rectas (cómo hallar el punto de equilibrio de un modelo de mercado) lo cuál conduce al estudio de los diferentes sistemas de resolución, incluso, el método por determinantes. Éste último conduciría al estudio de “Matrices”, que es otro bloque del programa de estudios.

Esto permite evidenciar los gestos relativos al “estudio” y los relativos a la “investigación” y además, muestra como opera una de las dialécticas que propone Chevallard, la “de la entrada y salida de tema”. Por un lado, es necesario investigar las leyes básicas de la oferta y la demanda desde el punto de vista económico, y luego, estudiar la praxeología relativa a Rectas en el plano para poder dar respuesta a la cuestión planteada. Es decir, entrar y salir del tema para responder la pregunta. La Figura 1 corresponde a la resolución de uno de los alumnos (A25) donde se muestra cómo ha hallado las ecuaciones de la oferta y la demanda utilizando el planteo de un sistema de dos ecuaciones lineales y además, se propone el modelo general del equilibrio de mercado.

A25



The image shows two pages of handwritten work on grid paper. The left page shows the derivation of the demand equation $y = -19x + 35$ from two points $(1, 15)$ and $(2, 10)$. The right page shows the derivation of the supply equation $y = 6x + 400$ from two points $(1, 450)$ and $(2, 490)$. Below these, the equilibrium point is found by setting the two equations equal to each other, resulting in $x = 10$ and $y = 100$. A small box at the bottom right contains the general formulas for supply and demand and the equilibrium point.

cantidad demandada = $a \cdot \text{precio} + b_1$
 cantidad ofrecida = $a \cdot \text{precio} + (b_2)$
 cantidad ofrecida = cantidad demandada
 ↓
 punto de equilibrio

Figura 1

Luego, una vez obtenidas las ecuaciones de la oferta y la demanda, el profesor introduce la cuestión de cómo variará el punto de equilibrio si se modifica algunos de los parámetros del modelo de mercado, lo cuál conduce al estudio de las variaciones y permite la entrada a la noción de derivada. Ambas cuestiones son “abiertas” en el sentido que los alumnos pueden proponer sus propias formas de responderlas, buscando información en libros de Economía, de Matemática, incluso en Internet. El estudio de la variación de los parámetros fue realizado de diversas maneras. Algunos grupos consideraron al parámetro a modificar como una variable más del modelo. Resolviendo

así el sistema, la solución quedaba en función de la cantidad, del precio y del parámetro. Otros grupos, realizaron el estudio a partir de la solución del modelo general. Es decir, obtenían el modelo general de la oferta y la demanda para el caso de tratarse de rectas y hallaban la solución que resultaba en función de los parámetros. Luego, fijaban 3 de ellos y analizaban la cantidad y el precio al variar el cuarto parámetro. Otro de los grupos realizó el análisis a partir del software GeoGebra. Los alumnos disponen del programa en sus netbooks y pueden utilizarlo cuando lo deseen. El análisis a través del GeoGebra se realizó haciendo la representación gráfica del modelo, hallando la intersección de las rectas y luego, variando de a un parámetro a la vez. La Figura 2 muestra la resolución de un alumno (A27), quien representa la recta de la oferta y varía la pendiente de la ecuación de la demanda, hallando en cada caso, la intersección entre ambas. Es decir, hallando el punto de equilibrio. La Figura 3 muestra las conclusiones adjuntadas por los estudiantes a la resolución en el GeoGebra.

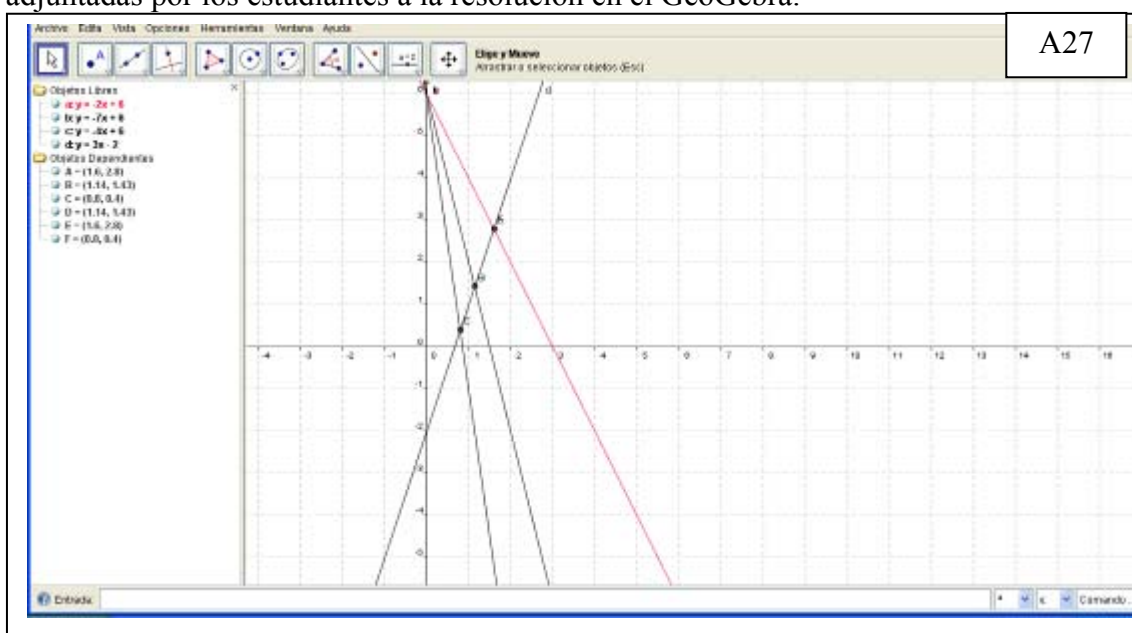


Figura 2

- Conclusion: cuando la pendiente aumenta, el precio y la cantidad aumenta, y cuando la pendiente disminuye, ambas disminuyen.
- Conclusion: cuando la pendiente aumenta, el precio y la cantidad aumenta, y cuando la pendiente disminuye, ambas disminuyen.

Figura 3

La puesta en común llevó a concluir que el análisis de las variaciones se puede realizar con la noción matemática de “Derivada” y que para ello es necesario estudiar el cociente incremental, es decir, cómo cambia una variable respecto a otra. De aquí surgió la tercera cuestión, la cuál condujo al estudio del cociente incremental. Posteriormente, la profesora definió la derivada como el límite del cociente incremental cuando el incremento de la variable independiente tiende a cero, lo cuál condujo al estudio del “Límite de funciones,” que es otra de las unidades del programa. Finalmente se estudió

la praxeología relativa a Derivada de funciones y se evaluó a partir de la elaboración de una síntesis en grupos.

A modo de “resumen” del recorrido que efectivamente se realizó en clase se presenta la Figura 4, la cuál corresponde a la “síntesis” de lo estudiado, realizado por uno de los grupos de trabajo (Grupo 3), la cuál podría considerarse como una reconstrucción por parte de los estudiantes del recorrido:

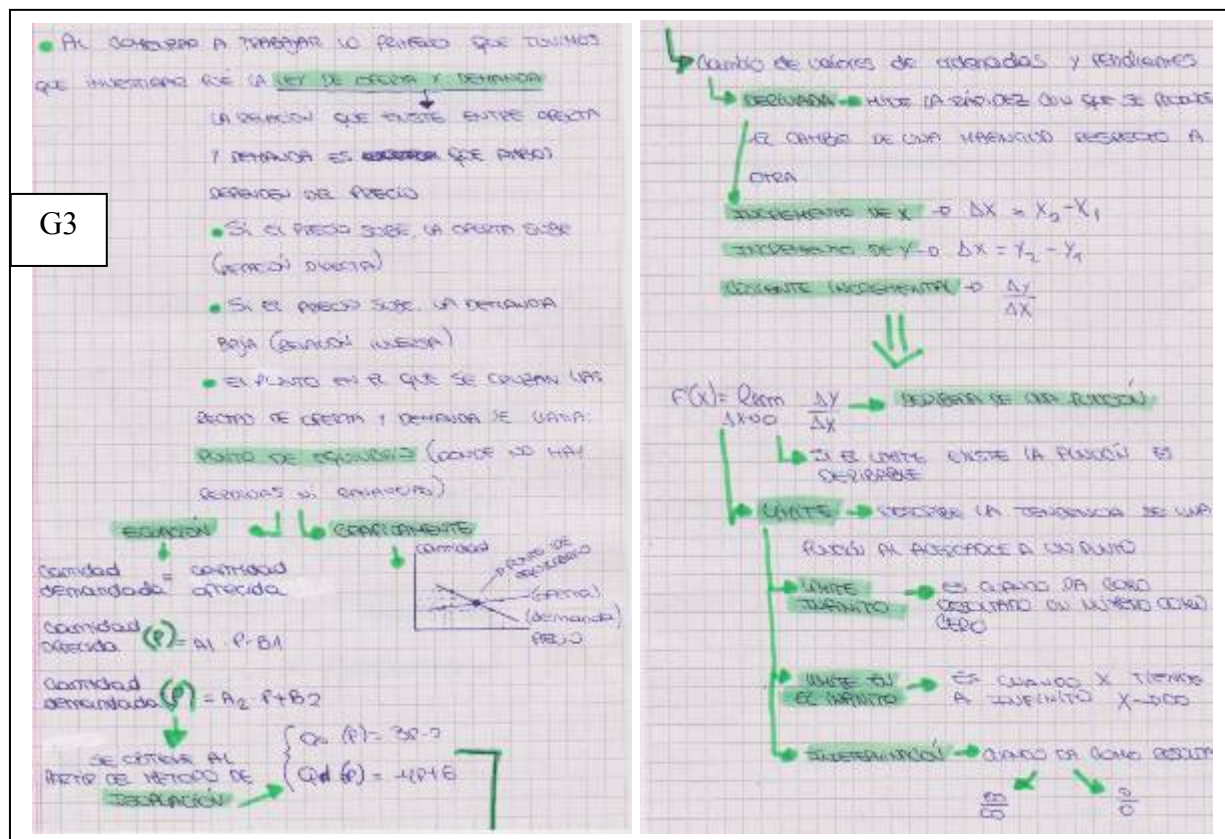


Figura 4

5. Algunas reflexiones

Llevar a cabo una enseñanza por REI en la escuela secundaria exige un cambio radical en el contrato didáctico tradicional, con implicancias fuertes para los alumnos y también para el profesor. Este cambio trae consigo algunas luces y sombras. Una de esas “sombras” se relaciona con la llamada dialéctica de “entrar y salir del tema”. Es fundamental salir del tema para responder determinadas preguntas, pero también resulta muy complejo volver a entrar al tema pues esas “salidas” requieren cierto tiempo de estudio. Resulta complejo recuperar el sentido de lo que se estaba estudiando antes, cada vez que se sale.

Por otra parte la denominada dialéctica del “medio-media” exige disponer de mucha información que debe gestionarse adecuadamente. Por ejemplo, cuando los alumnos aportan posibles soluciones al problema, la clase debe considerarlas, si estas soluciones provienen de búsquedas en internet, pueden resultar completamente divergentes.

La dialéctica “de las cajas negras y cajas claras” exige analizar cuál es el conocimiento pertinente para resolver una cierta cuestión y cuanto se va a profundizar en él. Esto implica dejar en un “nivel de gris” algunos elementos de respuestas encontradas en la cultura, o producidas en una forma aún poco elaborada (Chevallard,

2007). Pero este dejar en “*nivel de gris*” la respuesta a una cuestión, hace que ciertas praxeologías se estudien de manera superficial, con poca profundidad matemática.

El desarrollo de una enseñanza por REI requiere que la comunidad de estudio investigue y estudie durante un largo período de tiempo – muy superior a los tiempos de la enseñanza tradicional – una misma cuestión, manteniéndola “abierta” y “viva”, y capaz de derivar el estudio de nuevas cuestiones. Sin dudas, la pedagogía monumentalista dista, y mucho, de esta manera de estudiar y más aún de “investigar” respecto a una cuestión. Esta es una de las luces de una enseñanza por REI, así como el compromiso asumido por los estudiantes en la investigación y en la búsqueda de respuestas a cuestiones propias y que escapaban de la Matemática.

6. Referencias bibliográficas

Chevallard, Y. (1999) El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19 (2), 221-266.

Chevallard, Y. (2004). *Vers une didactique de la codisciplinarité. Notes sur une nouvelle épistémologie scolaire*. <http://yves.chevallard.free.fr/>

Chevallard, Y. (2005). *La place des mathématiques vivantes dans l'éducation secondaire: transposition didactique des mathématiques et nouvelle épistémologie scolaire*. <http://yves.chevallard.free.fr/>

Chevallard, Y. (2006). *Les mathématiques à l'école et la révolution épistémologique à venir*. <http://yves.chevallard.free.fr/>

Chevallard, Y. (2007). *Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique*. <http://yves.chevallard.free.fr/>

Chevallard, Y. (2009). *La notion de PER : problèmes et avancées*. <http://yves.chevallard.free.fr/>